



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 05343338

(43)Date of publication of application:
24.12.1993

(51)Int.CI.

H01L 21/205
H01L 21/31

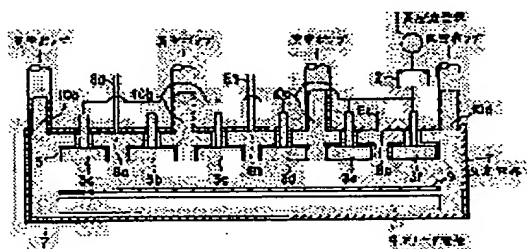
(21)Application number: 04152337 (71)Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD
(22)Date of filing: 11.06.1992 (72)Inventor: MURATA MASAYOSHI
TAKEUCHI YOSHIKI

(54) PLASMA CVD APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a high-frequency plasma CVD apparatus, in which the generation of powder and flakes can be suppressed and a good quality thin film can be uniformly formed on a substrate of large area.

CONSTITUTION: A plurality of cathode electrodes 3a-3f are installed in one plane so as to face an anode electrode 4 in a reaction container 7, the side and rear faces of respective cathode electrodes 3a-3f are surrounded by an earth shield 5, a plurality of jets 8a-8c of reaction gas supply pipes 6a-6c are installed on the rear face side of the plurality of cathode electrodes 3a-3f and a plurality of air outlets 10a-10d are alternately arranged between the plurality of jets 8a-8c.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

[MENU](#)

[SEARCH](#)

[INDEX](#)

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-343338

(43)公開日 平成5年(1993)12月24日

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

21/31

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-152337

(22)出願日 平成4年(1992)6月11日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 村田 正義

長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(72)発明者 竹内 良昭

長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

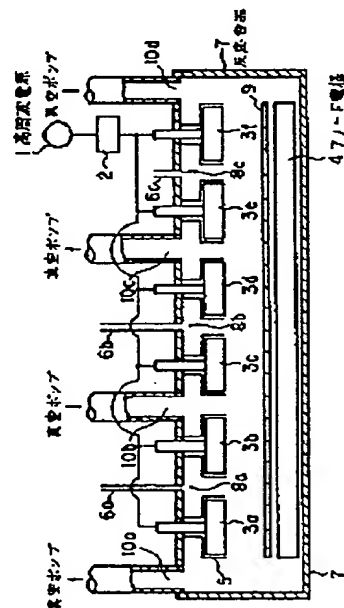
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 プラズマCVD装置

(57)【要約】

【目的】 パウダーおよびフレークの発生を抑制でき、大面積の基板上に均一に膜の良好な薄膜を形成できる高周波プラズマCVD装置を提供する。

【構成】 反応容器7内にアノード電極4に対向して複数個のカソード電極3a~3fを平面的に設置し、各カソード電極3a~3fの側面および裏面をアースシールド5で囲い、複数個のカソード電極3a~3fの裏面側に反応ガス供給管6a~6cの噴出口8a~8cを複数個設置し、かつ複数個の噴出口8a~8cの間に交互に複数個の排気口10a~10dを配置した構成を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応容器内に、カソード電極と、前記カソード電極の側面および裏面を囲うアースシールドと、前記カソード電極に対向して設けられ基板が設置されるヒーター内蔵アノード電極とを有するとともに、反応ガス供給管および反応ガス排気管とを有し、高周波電源からインピーダンス整合器を介して前記カソード電極に高周波電力を供給することにより前記反応容器内でプラズマを発生させるプラズマCVD装置において、前記アノード電極に対向して、複数個のカソード電極を平面的に設置し、各カソード電極の側面および裏面をアースシールドで囲い、前記複数個のカソード電極の裏面側に反応ガス供給管の噴出口を複数個設置し、かつ前記複数個の噴出口の間に交互に複数個の排気口を配置したことを特徴とするプラズマCVD装置。

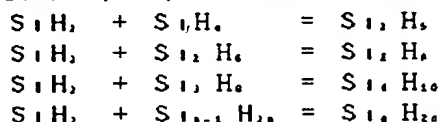
【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はa-Si薄膜、SiN_x（窒化シリコン）薄膜などの半導体膜や絶縁膜などを形成する化学蒸着（Chemical Vapor Deposition、以下CVDという）型薄膜形成に用いられる高周波プラズマCVD装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図5は従来の平行平板型RFプラズマCVD装置を示す概略構成図である。反応容器16内には、カソード電極11、カソード電極11に対向する位置にアノード電極12、カソード電極11のアノード電極12に対向しない部分にアースシールド13が配置されている。カソード電極11は中空になっており、アノード電極12に対向した部分に直径0.1～0.5mm程度の多数の穴が設けられている。カソード電極11にはガス供給管15が接続されている。また、アノード電



【0005】 このようにしてある程度の大きさになった高次シランがプラズマ中に漂うことになる。この高次シランはプラズマ中で電子付着により負に帯電するので、正の電位をもつプラズマ中に捕捉され、プラズマ中に長期滞在する。さらに、その表面に膜堆積が起こって徐々に

$$[\text{Si}_n\text{H}_{3n}] = K (N_e \cdot V_{e0} \cdot \sigma \cdot k^{-1}) [\text{SiH}_3] \quad (2)$$

【0006】 ここで、Kは定数、N_eはプラズマ中でSiH₃と衝突してSiH₃ラジカルを生成するのに必要なエネルギーをもつ電子の密度、V_{e0}は電子の熱速度、σはSiH₃親分子の電子衝突分解断面積、kはSiH₃とSiH₃親分子との反応速度、[SiH₃]はSiH₃親分子密度を表している。この式から明らかなように、電子密度N_e（すなわち投入電力）、またはSiH₃の圧力をわずかに上げると、急激にパウダーが発生す

* 極12上に基板14が設置される。

【0003】 この装置により例えばアモルファスシリコン薄膜（以下a-Si薄膜という）を形成する場合について説明する。反応容器16内は真空ポンプ（図示省略）により薄膜形成に必要な所定の真空度に真空引きされる。SiH₄などの反応ガスはガス供給管15よりカソード電極11の中空部に供給され、アノード電極12側に設けられた微小な穴よりシャワー状に放出され、アノード電極12上に設置された基板14の表面に均一に供給される。通常、この方式はシャワー方式と呼ばれ、大面積の基板表面にも均一にガスを供給できるという特徴をもっている。高周波電源（図示省略）より13.56MHzの高周波電力がインピーダンス整合器（図示省略）を介してカソード電極11に供給される。カソード電極11のアノード電極12と対向しない部分はアースシールド13で囲われているので、この部分ではプラズマは発生しない。つまり、前述の高周波電力により、カソード電極11とアノード電極12との間でグロー放電プラズマが発生する。カソード電極11の穴よりシャワー状に供給される反応ガス（SiH₄）はプラズマにより解離され、基板14表面にa-Si薄膜が堆積する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 a-Si薄膜の成膜には、主としてSiH₄親分子がプラズマにより分解されて生成される中性ラジカルが関与している。その中でも、特にSiH₃ラジカルが成膜を支配していると考えられている。しかし、プラズマ中にはSiH₄以外のラジカル、例えばSiH₂、SiH、Siなどが多数発生している。SiH₄以外のラジカルは、気相中に十分多く存在するSiH₃親分子と2次反応を起こす。この結果、例えばSiH₃ラジカルの場合、次式のような反応に従って高次シランが発生する。

(1)

※にサイズが大きくなり、最終的にはプラズマ中にパウダー（粉）が発生する。高次シランSi_nH_{3n}の密度[Si_nH_{3n}]は、簡単な近似と速度方程式により次式で与えられる。

ることがわかる。

【0007】 従来のシャワー方式の装置では、カソード電極11に設けられた微小な穴より反応ガスを供給するので、カソード電極11近傍でSiH₄親分子密度が高くなっている。また、カソード電極11近傍では、反応ガスを分解する電子の密度も高い。つまり、反応ガスは、カソード電極に開けられた微小な穴から最もプラズマ密度の高い領域へ、高速・高密度で噴出し、その後断

熱膨張により反応容器全体に拡散する。前記(2)式で示したように、パウダーはプラズマ密度および親分子密度が高い条件で発生しやすいので、従来の装置はパウダー発生確率が高い構造になっている。さらに、従来の装置では成膜時にカソード電極の反応ガス噴出口の周囲にも内部応力の高い膜が堆積するので、図6に示すように堆積した膜の端部が高速で噴き出すガスにより吹き飛ばされてフレークとなり、これが基板14上に飛来して付着する。このように成膜時に発生するパウダーおよびフレークは、基板14上に堆積した膜にピンホールを作る原因とされている。そして、このことがa-Si 薄膜を使用するTFT液晶ディスプレイやa-Si 太陽電池の歩留りを低下させる原因になっていた。また、高速低温で噴出したガスが対向する電極上に設置されている基板表面を部分的に冷却するために膜厚は均一に見えても膜質の不均一化が起こる。

【0008】以上のように、従来のシャワー方式の装置はパウダーおよびフレークを発生させやすい構造を有しており、また膜質の不均一化をひき起こしており、これが製品の歩留り低下の原因となっていた。そこで、パウダーおよびフレークの発生を抑制するために、また膜質の均一化を図るために、カソード電極11上のガス噴出口の径を大きくし、噴出口で反応ガスを低速・低密度にすることが考えられる。しかし、このような対策を採用すると、噴出口での異常放電が生じ、全体的に膜質が劣化するので、実用上問題があった。また、従来の方法では、基板面積が大きくなると、基板中央部の膜厚は、図7に示すように厚くなる場合もあれば、図8に示すように薄くなる場合もあり、膜厚分布が均一にならなかった。

【0009】本発明は前記問題点を解決するためになされたものであり、パウダーおよびフレークの発生を抑制でき、大面積の基板上に均一に膜質の良好な薄膜を形成できる高周波プラズマCVD装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のプラズマCVD装置は、反応容器内に、カソード電極と、前記カソード電極の側面および裏面を囲うアースシールドと、前記カソード電極に対向して設けられ基板が設置されるヒーター内蔵アノード電極とを有するとともに、反応ガス供給管および反応ガス排気管とを有し、高周波電源からインピーダンス整合器を介して前記カソード電極に高周波電力を供給することにより前記反応容器内でプラズマを発生させるプラズマCVD装置において、前記アノード電極に対向して、複数のカソード電極を平面的に設置し、各カソード電極の側面および裏面をアースシールドで囲い、前記複数のカソード電極の裏面に反応ガス供給管の噴出口を複数個設置し、かつ前記複数の噴出口の間に交互に複数の排気口を配置したことを特徴と

するものである。

【0011】

【作用】本発明の装置では、複数のカソード電極を平面的に配置して各カソード電極の側面および裏面をアースシールドで囲うことにより、アノード電極と対向していない部分での余分な放電を抑制している。また、複数のカソード電極の裏面側、すなわちアースシールドで囲まれてプラズマが発生しない領域に反応ガス供給管の噴出口を複数個配置して反応ガスをカソード電極間の隙から拡散させ、かつ複数の噴出口の間に交互に複数の排気口を配置することにより反応容器全体に均一にガスが拡散するようにしている。

【0012】このような構造を採用することにより、反応ガスの噴出口ではプラズマが発生しないのでパウダーの発生がなく、しかもこの部分では膜堆積が生じないのでフレークの発生もない。そして、基板の中央部においても反応ガスはプラズマ中へ均一に供給されるので、大面積の基板表面に均一な厚みおよび膜質を有する薄膜を形成できる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0014】図1は本発明に係る高周波プラズマCVD装置の概略構成図である。図1において、反応容器7内には複数のカソード電極3a、3b、3c、3d、3e、3fが平面的に配置され、さらに各カソード電極3a~3fに対向する位置にヒーター内蔵アノード（接地）電極4が、また各カソード電極3a~3fのアノード電極4と対向しない部分すなわち側面および裏面を囲うようにアースシールド5が配置されている。カソード電極3a~3fの裏面側にはガス供給管6a、6b、6cのガス噴出口8a、8b、8cが複数個配置されている。また、カソード電極3a~3fの裏面側に、ガス噴出口8a~8cの間に交互に配置されるように複数のガス排気口10a、10b、10c、10dが配置されている。アノード電極4上に基板9が設置される。また、各カソード電極3a~3fにはインピーダンス整合器2および高周波電源1が接続されている。図2は前述したカソード電極3a~3f、ガス噴出口8a~8cおよびガス排気口10a~10dの配置状態を示す平面図である。

【0015】この装置によりa-Si 薄膜を形成する場合について以下に説明する。反応容器7内は真空ポンプ（図示省略）により薄膜形成に必要な所定の真空度に真空引きされる。反応ガス例えばSiH₄を供給した後、高周波電源1より13.56MHzの高周波電力がインピーダンス整合器2を介して各カソード電極3a~3fに供給される。図3に示すように、カソード電極3a~3fのまわりの電界強度は均一な分布を示すので、密度の均一なプラズマが生成可能となる。また、各カソード

電極3a~3fの側面および裏面はアースシールド5により囲われているので、この部分ではプラズマは発生しない、つまり、カソード電極3a~3fとアノード電極4との間でのみグロー放電プラズマが発生する。

【0016】反応ガスは、ガス供給管6a~6cより複数個のカソード電極3a~3fの裏面側に配置された複数個の噴出口8a~8cから供給される。噴出口8a~8cの近傍では、ガスの分圧が高くなっているが、この部分ではアースシールド5が設けられており、プラズマが発生しないため、ガス分解は生じず、パウダーは発生しない。さらに、反応ガスは複数個の噴出口8a~8cよりカソード電極3a~3fとアノード電極4との間に拡散してプラズマとなり、最も近くにある排気口10a~10dから排出される。プラズマ領域では、反応ガスは十分に拡散して様になっているので、パウダーは発生しない。そして、反応ガスはプラズマにより解離され、基板9表面にa-Si薄膜が堆積する。

【0017】実際に、図1の装置を用い、以下のような条件で基板表面にa-Si薄膜を堆積させた。アノード電極4上に基板9を設置し、200~300℃に加熱した。反応容器7の真空度を約 10^{-4} Torrまで減圧し、内部の不純物ガスを十分排気した後、反応ガス供給管6a~6cからSiH₄ガスを10cc/minの流量で供給して反応容器7内の圧力を 5×10^{-4} Torrとした。

【0018】このような状態で高周波電力を印加し、基板9表面にa-Si薄膜を堆積させた。この場合、2~6オングストローム/secの成膜速度が得られた。また、成膜時にプラズマ中のパウダーの発生数をミーク法により観測した。その結果、従来の装置を用いて前記の成膜速度が得られた場合と比較して、パウダーの発生は100分の1以下に抑制されていることがわかった。また、図4に示すように、大面積の基板(500mm×500mm)への成膜でも、一様な膜厚分布が得られた。

*【0019】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の高周波プラズマCVD装置を用いれば、パウダーおよびフレークの発生を抑制でき、かつ基板全面にわたって反応ガスを一様に拡散できるので大面積の基板上に均一にピンホールのない膜質の良好な薄膜を形成でき、液晶ディスプレイやa-Si太陽電池の製造歩留りを向上できる。このように、本発明は工業上の価値が著しく大きいといえる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例における高周波プラズマCVD装置の概略構成図。

【図2】本発明の実施例における高周波プラズマCVD装置のカソード電極、ガス噴出口およびガス排気口の配置状態を示す平面図。

【図3】本発明に係る高周波プラズマCVD装置に用いられる複数個のカソード電極により形成される電界強度を示す図。

【図4】本発明の一実施例で得られたアモルファスシリコンの膜厚分布を示す図。

【図5】従来の高周波プラズマCVD装置の概略構成図。

【図6】従来の高周波プラズマCVD装置において、カソード電極のガス噴出口におけるフレークの発生状況を示す説明図。

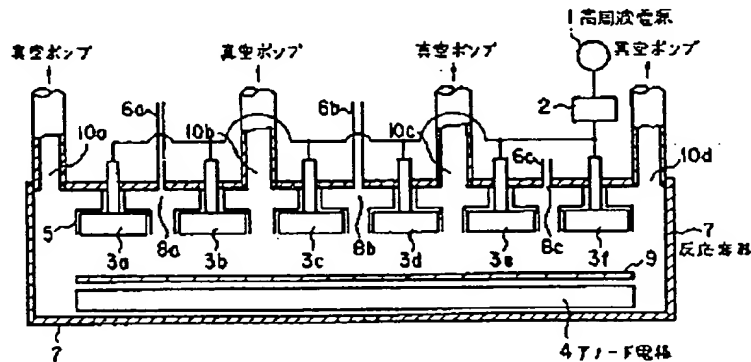
【図7】従来の高周波プラズマCVD装置で得られるアモルファスシリコンの膜厚分布の一例を示す図。

【図8】従来の高周波プラズマCVD装置で得られるアモルファスシリコンの膜厚分布の他の一例を示す図。

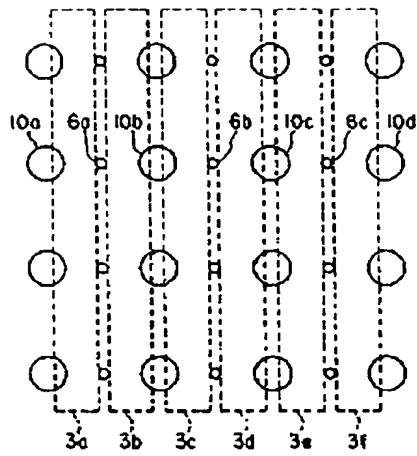
30 【符号の説明】

1…高周波電源、2…インピーダンス整合器、3a~3f…カソード電極、4…アノード電極、5…アースシールド、6a~6c…ガス供給管、7…反応容器、8a~8c…ガス噴出口、9…基板、10a~10d…ガス排気口。

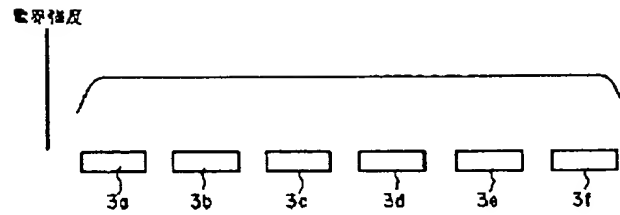
【図1】



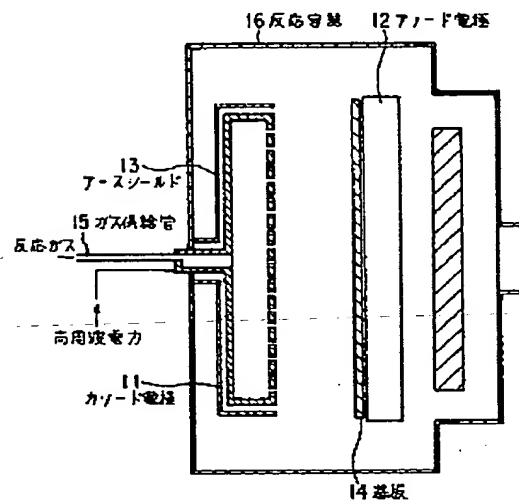
【図2】



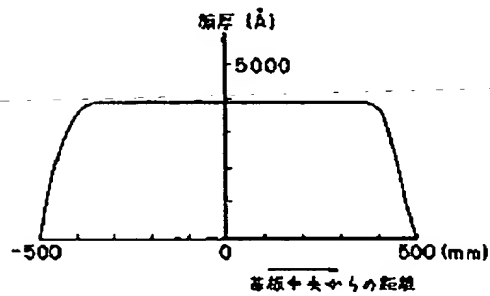
【図3】



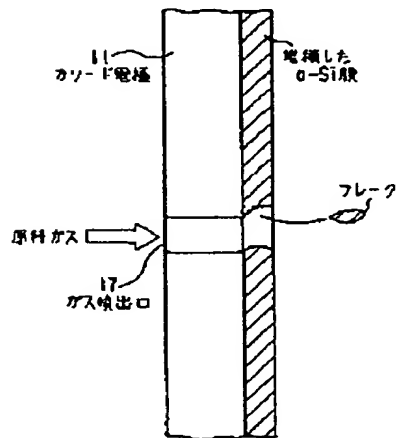
【図5】



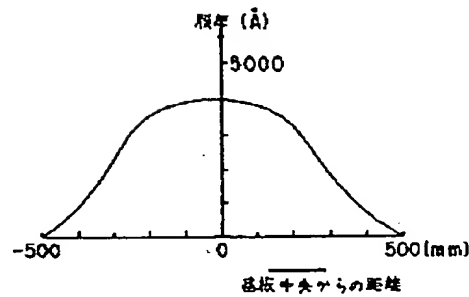
【図4】



【図6】



【図7】



(6)

特開平5-343338

【図8】

